

10/541064

JC20 Rec'd PCT/PTO 29 JUN 2005

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Inventors: Jun CHENG, et al.
Application No.: New PCT National Stage Application
Filed: June 29, 2005
For: MULTICARRIER TRANSMITTING APPARATUS,
MULTICARRIER RECEIVING APPARATUS AND
MULTICARRIER RADIO COMMUNICATION METHOD

CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

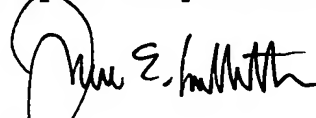
The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified application and the priority provided in 35 USC 119 is hereby claimed:

Japanese Appln. No. 2003-023814, filed January 31, 2003.

The International Bureau received the priority document within the time limit, as evidenced by the attached copy of the PCT/IB/304.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 USC 119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,



James E. Ledbetter
Registration No. 28,732

Date: June 29, 2005

JEL/spp

Attorney Docket No. L9289.05141
STEVENS DAVIS, MILLER & MOSHER, L.L.P.
1615 L STREET, NW, Suite 850
P.O. Box 34387
WASHINGTON, DC 20043-4387
Telephone: (202) 785-0100
Facsimile: (202) 408-5200

Rec'd PCT/PTO 29 JUN 2005

PCT/JP 2004/000692

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

27. 1. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 月 3 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 2 3 8 1 4
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 2 3 8 1 4]

出 願 人 松 下 電 器 産 業 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

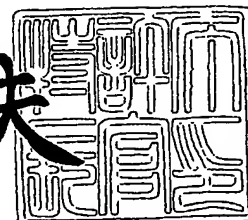
RECEIVED	
11 MAR 2004	
WIPO	PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 2 月 2 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 2900655310

【提出日】 平成15年 1月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 7/204

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目 3 番 1 号 パナソニック モバイルコミュニケーションズ株式会社内

 【氏名】 程 俊

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目 3 番 1 号 パナソニック モバイルコミュニケーションズ株式会社内

 【氏名】 三好 憲一

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100105050

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鷺田 公一

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 041243

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9700376

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置及びマルチキャリア無線通信方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の周波数を用いて無線通信を行うマルチキャリア送信装置であって、

各ユーザの受信装置から回線品質情報を受信する受信手段と、

前記受信手段により受信された各ユーザの回線品質情報に基づいて、各サブキャリアの利用可能ユーザ数を計算する計算手段と、

前記計算手段による計算結果から利用可能ユーザ数が少ないサブキャリアを選択する選択手段と、

前記選択手段により選択されたサブキャリアを、当該サブキャリアの割り当て対象である前記利用可能ユーザ数に含まれるユーザのうち前記回線品質が良いユーザに割り当てる割当手段と、

を有することを特徴とするマルチキャリア送信装置。

【請求項 2】 前記割当手段は、前記回線品質情報に基づいて前記各ユーザの要求品質を設定し、前記選択手段により選択されたサブキャリアを、当該サブキャリアの割り当て対象である前記利用可能ユーザ数に含まれるユーザのうち前記回線品質が前記要求品質を満たすユーザに割り当てることを特徴とする請求項 1 記載のマルチキャリア送信装置。

【請求項 3】 前記割当手段は、前記サブキャリアを割り当てたユーザを、他のユーザに対するサブキャリアの割り当てが終了するまで、サブキャリアの割り当て対象から除外することを特徴とする請求項 1 記載のマルチキャリア送信装置。

【請求項 4】 請求項 1 記載のマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、

サブキャリア毎の回線品質に関する回線品質情報を推定する推定手段と、

前記推定手段により推定された回線品質情報を送信する送信手段と、

を有することを特徴とするマルチキャリア受信装置。

【請求項 5】 複数の周波数を用いて無線通信を行うマルチキャリア送信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、

各ユーザの受信装置から回線品質情報を受信する受信ステップと、

前記受信ステップで受信した各ユーザの回線品質情報に基づいて、各サブキャリアの利用可能ユーザ数を計算する計算ステップと、

前記計算ステップの計算結果から利用可能ユーザ数が少ないサブキャリアを選択する選択ステップと、

前記選択ステップで選択したサブキャリアを、当該サブキャリアの割り当て対象である前記利用可能ユーザ数に含まれるユーザのうち前記回線品質が良いユーザに割り当てる割当ステップと、

を有することを特徴とするマルチキャリア無線通信方法。

【請求項 6】 請求項 5 記載のマルチキャリア無線通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、

サブキャリア毎の回線品質に関する回線品質情報を推定する推定ステップと、

前記推定ステップで推定した回線品質情報を送信する送信ステップと、

を有することを特徴とするマルチキャリア無線通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置及びマルチキャリア無線通信方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、マルチキャリア変調方式の一つである OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) を利用した適応マルチユーザ OFDM システムは、各移動端末の伝搬環境に応じてシステム全体の効率的なスケジューリングを行うシステムである。

【0 0 0 3】

具体的には、各移動端末からフィードバックされた移動端末の信号受信時の SNR (Signal to Noise Ratio) に基づいて、各ユーザに適切な多数のサブキャリアを割り当てて、各サブキャリアに MCS (Modulation Coding Schemes) を選択するというシステムである。また、従来の適応マルチユーザ OFDM システムに適用可能なサブキャリア割当方式が提案されている (例えば、非特許文献 1 参照)。

【0004】

このサブキャリア割当方式について、図 6～図 9 を参照して説明する。なお、図 6～図 8 において、細線枠の表部分がユーザ k ($k=1\sim 4$) の各サブキャリア n ($n=1\sim 4$) に対する受信 SNR (dB) を示し、太線枠の列部分が利用可能サブキャリア数 ($S(k)$, $k=1\sim 4$)、行部分が利用可能ユーザ数 ($U(n)$, $n=1\sim 4$) を示す。

【0005】

まず、図 6 は、受信 SNR 値 (SNR (dB)) と、ユーザの利用可能サブキャリア数 ($S(k)$) と、利用可能ユーザ数 ($U(n)$) との関係を示しており、4 つのサブキャリア ($n=1\sim 4$) が 4 人のユーザ ($k=1\sim 4$) において各々受信される際の受信 SNR 値を例示している。

【0006】

また、図中の利用可能サブキャリア数 $S(k)$ は、各ユーザ $1\sim 4$ が利用可能なサブキャリア数を示し、利用可能ユーザ数 $U(n)$ は、各サブキャリア $1\sim 4$ が利用可能なユーザ数を示している。この図において、各サブキャリア $1\sim 4$ において所要品質 (誤り率、例えば、 $BER=10^{-2}$) を満足する受信 SNR 値を 15 dB 以上とし、所要品質以下の受信 SNR 値のユーザには「0」を設定し、送信不可とする。

【0007】

まず、図 6 において、利用可能ユーザ数 $U(n)$ が一番少ないサブキャリア 3 ($U(3)=2$) に注目すると、ユーザ 2 ($k=2$) の利用可能サブキャリア数 ($S(2)=3$) が、ユーザ 4 ($k=4$) の利用可能サブキャリア数 ($S(4)=4$) より小さいので、サブキャリア 3 をユーザ 2 に割り当てる。

【0008】

次いで、図6においてサブキャリア3をユーザ2に割り当てたので、サブキャリア3の各ユーザに対する受信SNR値を「0」にし、新たに利用可能なサブキャリア数 $S(k)$ 及びユーザ数 $U(n)$ を算出した状態を図7に示す。

【0009】

図7において、更にサブキャリアの割り当てを続けると、ユーザ2の利用可能サブキャリア数は $S(2) = 2$ と最も小さいため、次の割り当て対象をサブキャリアの割り当てをユーザ2の2組($k=2, n=2$)と($k=2, n=4$)に決定する。

【0010】

この場合、2候補のサブキャリアの利用可能ユーザ数は $U(2) = U(4) = 4$ と等しいので、適当に1組($k=2, n=2$)に決定し、サブキャリア2をユーザ2に割り当てる。

【0011】

更に、図7においてサブキャリア2をユーザ2に割り当てたので、サブキャリア2の各ユーザに対する受信SNR値を「0」にし、新たに利用可能なサブキャリア数 $S(k)$ 及びユーザ数 $U(n)$ を算出した状態を図8に示す。

【0012】

図8において、ユーザ2の利用可能サブキャリア数は $S(2) = 1$ と最も小さいため、更にサブキャリア4をユーザ2に割り当てる。

【0013】

更に、図8においてサブキャリア4もユーザ2に割り当てたので、サブキャリア4の各ユーザに対する受信SNR値を「0」にし、新たに利用可能なサブキャリア数 $S(k)$ 及びユーザ数 $U(n)$ を算出するが、残ったサブキャリア1は、ユーザ1、3、4が利用可能サブキャリア数 $S(1) = S(3) = S(4) = 1$ なので、適当にユーザ1に割り当てる。

【0014】

以上のユーザ1～4に対するサブキャリア1～4の割り当て結果をまとめると、図9に示すようになる(○：使用，×：未使用)。すなわち、このサブキャリ

ア割当方式では、最初は利用可能ユーザ数 $U(n)$ が最も小さいサブキャリアから利用可能サブキャリア数 $S(k)$ が少ないユーザが割り当てられるが、以後は利用可能サブキャリア数 $S(k)$ が少ないユーザから優先的にサブキャリアが割り当てられている。

【0015】

更に、OFDMシステムに関して適応サブキャリア割当方式を提案しているものがある（例えば、非特許文献2）。この適応サブキャリア割当方式では、図10に示すフローチャートのように、まず、ステップS101では、全ユーザの中で、利用可能なサブキャリア数が最小のユーザ k を見つけ出し、次に、ステップS102では、ユーザ k の利用可能なサブキャリアの中から利用可能なユーザ数が最小のサブキャリア n を選定し、その結果としてステップS103では、ユーザ k にサブキャリア n を割り当てている。

【0016】

【非特許文献1】

宇良 宗博、原 嘉孝、神尾 享秀：「高効率データ通信用MC-CDMA方式の一検討」，信学技報 TECHNICAL REPORT OF IEICE. SST2000-127, A-P2000-261 RCS2000-261, MW2000-252(2001-03), pp. 105-110

【非特許文献2】

ドウ 元潤、永長 和孝、森 香津夫、小林 英雄：「適応サブチャネル割当方式を用いたOFDMシステムに関する検討」，信学技報 TECHNICAL REPORT OF IEICE. DSP2002-174, SAT2002-124, RCS2002-243(2003-01), pp. 83-88

【0017】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のサブキャリア割当方式においては、利用可能サブキャリア数が少ないユーザから優先的にサブキャリアが割り当てられていたため、各サブキャリアは、伝送路状態が最もよい（受信SNR値が最も大きい）ユーザに割り当てられない場合があり、OFDMシステム全体のスループットを低下させるという問題があった。

【0018】

すなわち、従来のサブキャリア割り当て方法では、図 6 においてサブキャリア 3 をユーザ 2 に割り当てているが、サブキャリア 3 に対するユーザ 2 の受信 SNR 値は「4.9 dB」であり、ユーザ 4 の受信 SNR 値「10.9 dB」より小さいため、サブキャリア 3 をユーザ 4 に割り当てるのが最適と考えられる。

【0019】

また、特定のユーザに集中してサブキャリアが割り当てられてしまうため、他のユーザにサブキャリアが割れ当てられなくなる場合があり、他のユーザの送信ができなくなってしまうという問題があった。

【0020】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、マルチキャリア無線通信システム全体のスループットを向上させることができるマルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置及びマルチキャリア無線通信方法を提供することを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】

本発明のマルチキャリア送信装置は、複数の周波数を用いて無線通信を行うマルチキャリア送信装置であって、各ユーザの受信装置から回線品質情報を受信する受信手段と、前記受信手段により受信された各ユーザの回線品質情報に基づいて、各サブキャリアの利用可能ユーザ数を計算する計算手段と、前記計算手段による計算結果から利用可能ユーザ数が少ないサブキャリアを選択する選択手段と、前記選択手段により選択されたサブキャリアを、当該サブキャリアの割り当て対象である前記利用可能ユーザ数に含まれるユーザのうち前記回線品質が良いユーザに割り当てる割当手段と、を有する構成を採る。

【0022】

この構成によれば、利用可能ユーザ数が少ないサブキャリアを回線品質が良いユーザに優先的に割り当てるため、マルチキャリア無線通信システム全体のスループットを向上させることができる。

【0023】

本発明のマルチキャリア送信装置は、前記割当手段は、前記回線品質情報に基

づいて前記各ユーザの要求品質を設定し、前記選択手段により選択されたサブキャリアを、当該サブキャリアの割り当て対象である前記利用可能ユーザ数に含まれるユーザのうち前記回線品質が前記要求品質を満たすユーザに当該サブキャリアを割り当てる構成を採る。

【0024】

この構成によれば、ユーザの要求品質を満たすようにサブキャリアを割り当てるため、公平にすべてのユーザにサブキャリアを割り当てることができる。

【0025】

本発明のマルチキャリア送信装置は、前記割当手段は、前記サブキャリアを割り当てたユーザを、他のユーザに対するサブキャリアの割り当てが終了するまで、サブキャリアの割り当て対象から除外する構成を採る。

【0026】

この構成によれば、サブキャリアを割り当て済みのユーザをサブキャリアの割り当て対象から除外するため、すべてのユーザにサブキャリアを割り当てることができる。

【0027】

本発明のマルチキャリア受信装置は、請求項1記載のマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、サブキャリア毎の回線品質に関する回線品質情報を推定する推定手段と、前記推定手段により推定された回線品質情報を送信する送信手段と、を有する構成を採る。

【0028】

この構成によれば、送信側でサブキャリア毎の回線品質情報を基に各サブキャリアを割り当てるユーザを決定することができ、マルチキャリア無線通信システム全体のスループットを向上させることができる。

【0029】

本発明のマルチキャリア無線通信方法は、複数の周波数を用いて無線通信を行うマルチキャリア送信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、各ユーザの受信装置から回線品質情報を受信する受信ステップと、前記受信ステップで受信した各ユーザの回線品質情報に基づいて、各サブキャリアの利用可能ユー

ザ数を計算する計算ステップと、前記計算ステップの計算結果から利用可能ユーザ数が少ないサブキャリアを選択する選択ステップと、前記選択ステップで選択したサブキャリアを、当該サブキャリアの割り当て対象である前記利用可能ユーザ数に含まれるユーザのうち前記回線品質が良いユーザに割り当てる割当ステップと、を有するようにした。

【0030】

この方法によれば、利用可能ユーザ数が少ないサブキャリアを回線品質が良いユーザに優先的に割り当てるため、マルチキャリア無線通信システム全体のスループットを向上させることができる。

【0031】

本発明のマルチキャリア無線通信方法は、請求項5記載のマルチキャリア無線通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、サブキャリア毎の回線品質に関する回線品質情報を推定する推定ステップと、前記推定ステップで推定した回線品質情報を送信する送信ステップと、を有するようにした。

【0032】

この方法によれば、送信側でサブキャリア毎の回線品質情報を基に各サブキャリアを割り当てるユーザを決定することができ、マルチキャリア無線通信システム全体のスループットを向上させることができる。

【0033】

【発明の実施の形態】

本発明の骨子は、利用可能ユーザ数が少ないサブキャリアを回線品質が良いユーザに優先的に割り当てることにより、マルチキャリア無線通信システム全体のスループットを向上させることである。

【0034】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0035】

図1は、本発明の一実施の形態に係るマルチキャリア送信装置及びマルチキャリア受信装置の各構成を示すブロック図である。

【0036】

図1に示すマルチキャリア送信装置（以下単に「送信装置」という）100は、変調部101-1～101-N、逆高速フーリエ変換（IFFT）部102、ガードインターバル（GI）挿入部103、送信RF部104、送受信共用アンテナ105、受信RF部106、回線品質情報取出部107、サブキャリア／変調方式割当処理部108及び割当結果記憶部109とから主に構成される。

【0037】

また、図1に示すマルチキャリア受信装置（以下単に「受信装置」という）200は、送受信共用アンテナ201、受信RF部202、ガードインターバル（GI）除去部203、高速フーリエ変換（FFT）部204、回線品質推定部205、等化器206、復調部207-1～207-N、パラレル／シリアル変換（P／S）部208、サブキャリア及び変調方式割当情報取出部209及び送信RF部210とから主に構成される。この受信装置200は、マルチキャリア無線通信システムにおけるKユーザの中でk0番目のユーザの移動局である。

【0038】

変調部101-1～101-Nは、各々異なる符号変調機能を有し、例えば、符号化率1/2の64QAM（Quad Amplitude Modulation）、16QAM、QPSK（Quad Phase Shift Keying）、BPSK（Binary Phase Shift Keying）といった変調方式を採用する。変調部101-1～101-Nは、割当結果記憶部109に記憶されたユーザ1～kに対するサブキャリア割当結果と、サブキャリア／変調方式割当処理部108から入力される変調方式割り当て情報 r_p 、 $n=1, 2, \dots, N$ に基づいて、各ユーザ1～Kの送信情報の変調方式を決定し、各ユーザ1～Kの送信情報を変調して変調信号 x_1, x_2, \dots, x_N をIFFT部102に出力する。

【0039】

IFFT部102は、変調部101-1～101-Nから入力される各変調信号 x_1, x_2, \dots, x_N のサブキャリア成分を逆高速フーリエ変換して時間領域に変換して時間波形信号をGI挿入部103に出力する。

【0040】

GI挿入部103は、IFFT部102から入力された時間波形信号に、遅延に対する特性を改善するガードインターバルを挿入して送信RF部104に出力する。

【0041】

送信RF (Radio Frequency) 部104は、GI挿入部103から入力された時間波形信号をRF帯にアップコンバージョンして送受信共用アンテナ105からOFDM信号を送信する。

【0042】

受信RF部106は、各ユーザ1~Kの受信装置から送信される信号を送受信共用アンテナ105から受信し、その受信信号を回線品質情報取出部107に出力する。

【0043】

回線品質情報取出部107は、受信RF部106から入力される受信信号から各ユーザ1~Kの受信装置から送信された回線品質情報を取り出してサブキャリア／変調方式割当処理部108に出力する。

【0044】

サブキャリア／変調方式割当処理部108は、回線品質情報取出部107から入力される各ユーザ1~Kの回線品質情報（受信SNR）と、各ユーザ1~Kの送信情報に設定されたQoS (Quality of Service)（例えば、各ユーザの要求データ伝送率と誤り率）に基づいて、各ユーザ1~Kにサブキャリアと変調方式を割り当て、サブキャリア割り当て結果としてマトリクスデータ $[\alpha_{k,n}]_{K \times N}$ を割当結果記憶部109に記憶するとともに、変調方式割り当て情報を変調部101-1~101-Nに出力する。

【0045】

割当結果記憶部109は、サブキャリア／変調方式割当処理部108から入力されるユーザ1~Kに対するサブキャリア割り当て結果が設定されたマトリクスデータ $[\alpha_{k,n}]_{K \times N}$ を記憶する。

【0046】

受信RF部202は、送受信共用アンテナ201からOFDM信号を受信して

G I 除去部 203 とサブキャリア及び変調方式割当情報取出部 209 に出力する。

【0047】

G I 除去部 203 は、受信 RF 部 202 から入力された OFDM 信号からガードインターバルを除去して FFT 部 204 に出力する。

【0048】

FFT 部 204 は、G I 除去部 203 から入力されたガードインターバル除去後の OFDM 信号を高速フーリエ変換 (FFT) して時間領域から周波数領域に変換する。この FFT により複数のサブキャリアにより伝送されたシンボル信号 x'_1, x'_2, \dots, x'_N が取り出されて、等化器 206 と回線品質推定部 205 に出力される。

【0049】

回線品質推定部 205 は、FFT 部 204 から入力された各シンボル信号 x'_1, x'_2, \dots, x'_N の受信 SNR を算出して回線品質を推定し、その各回線品質情報を等化器 206 と送信 RF 部 210 に出力する。

【0050】

等化器 206 は、回線品質推定部 205 から入力された k 0 番目ユーザの各回線品質情報 (伝送路情報 $h_{k0,n}$ ($n=1, \dots, N$)) に基づいて、FFT 部 204 から入力された各シンボル信号に含まれる振幅・位相のひずみ成分を補正して復調部 207-1 ~ 207-N に出力する。

【0051】

復調部 207-1 ~ 207-N は、変調部 101-1 ~ 101-N に対応した復調機能を各々有し、サブキャリア及び変調方式割当情報取出部 209 から入力されたユーザ k 0 のサブキャリア及び変調方式割当情報に基づいて、等化器 206 から入力されるユーザ k 0 の当該サブキャリアのシンボル信号の復調方式を決定し、等化器 206 から入力される補正後のユーザ k 0 のシンボル信号を復調して各信号の検波を行い、並列データを P/S 部 208 に出力する。

【0052】

P/S 部 208 は、復調部 207-1 ~ 207-N から入力されたユーザ k 0

の並列データを直列データに変換した後、ユーザ k の所望の受信データとして出力する。

【0053】

サブキャリア及び変調方式割当情報取出部 209 は、受信 RF 部 202 から入力された OFDM 信号からユーザ k のサブキャリア及び変調方式割当情報を取り出して復調部 207-1 ~ 207-N に出力する。

【0054】

送信 RF 部 210 は、回線品質推定部 205 から入力されたユーザ k の回線品質情報を送受信共用アンテナ 201 から送信する。

【0055】

次に、上記構成を有する送信装置 100 内のサブキャリア／変調方式割当処理部 108 の動作について、図 2 に示すフローチャートを用いて説明する。

【0056】

なお、サブキャリア／変調方式割当処理部 108 では、従来でも説明した利用可能ユーザ数 $U(n)$ だけでなく、受信 SNR ($g_{k,n}$) をパラメータに加えて、サブキャリアの割り当てを行う。具体的には、利用可能ユーザ数 $U(n)$ の少ないサブキャリア n^* を受信 SNR ($g_{k,n}$) の高いユーザ k^* に割り当てる。

【0057】

この場合、サブキャリア n^* 及びユーザ k^* は、以下の (式 1)、(式 2) で表すものであり、図 2 のフローチャートにおいて適宜用いる。(式 1) は、利用可能ユーザ数 $U(n)$ が最小のサブキャリアをサブキャリア n^* の引数とすることを示し、(式 2) は、受信 SNR 値が最大のユーザをユーザ k^* の引数とすることを示している。なお、以下の処理では、ユーザ数 K が 4 ($k=1 \sim 4$)、サブキャリア数 N が 4 ($n=1 \sim 4$) の場合を説明する。

【0058】

【数 1】

$$n^* = \arg \min_{n \in \{n | U(n) \neq 0\}} U(n) \quad \dots (式 1)$$

【数 2】

$$k^* = \arg \max_{1 \leq k \leq K} g_{k,n}^* \quad \dots (式 2)$$

まず、ステップ S 1 では、回線品質推定部 205 からユーザ k 0 の全サブキャリア 1～4 に対する受信 SNR を推定する。k 0 は 4 ユーザ中の一つのユーザである。

【0059】

次いで、ステップ S 2 では、回線品質情報取出部 107 からフィードバックされたユーザ k 0 の回線品質情報（全サブキャリア 1～4 に対する受信 SNR）、及び他の 3 ユーザの回線品質情報（全サブキャリア 1～4 に対する受信 SNR）に基づいて、ユーザ 1～4 の全サブキャリア 1～4 に対する受信 SNR テーブルを作成する。

【0060】

次いで、ステップ S 3 では、各ユーザの要求品質（誤り率、例えば、BER＝10⁻²）により、受信 SNR の閾値を決定し、受信 SNR テーブル内で受信 SNR 閾値以下（例えば、各ユーザの閾値が 1.5 dB の場合、受信 SNR 値が 1.5 dB 以下）の要素に「0」を設定する。ここで、作成した受信 SNR テーブルが図 6 に示す細線枠内であるものとする。

【0061】

次いで、ステップ S 4 では、ステップ S 2 で作成した受信 SNR テーブルのユーザ 1～4 の全サブキャリア 1～4 に対する受信 SNR 値に基づいて、各サブキャリアの利用可能ユーザ数 U（n）を計算する。この計算結果が、図 6 の太線枠の行部分であるとする。

【0062】

次いで、ステップ S 5 では、すべてのサブキャリア 1～4 に対してユーザ 1～4 の割り当てが決定したかを判別する。ここでは、まだサブキャリア 1～4 に対してユーザ 1～4 が割り当てられていないので、ステップ S 6 に進む。

【0063】

次いで、ステップ S 6 では、ステップ S 4 で計算した利用可能なユーザ数 U（

n) が最小のサブキャリア n^* を探索する。

【0064】

次いで、ステップS7では、ステップS6で探索した利用可能なユーザ数 $U(n)$ が最小のサブキャリア n^* の中で受信SNR値が最大のユーザ k^* を探索する。

【0065】

なお、ステップS6では、利用可能なユーザ数 $U(n)$ が最小のサブキャリア n^* が二つ以上ある場合、ステップS7では、その二つ以上のサブキャリア n^* の中から受信SNR値が最大のユーザ k^* を選択する。

【0066】

次いで、ステップS8では、サブキャリア n^* にユーザ k^* を割り当てる。そして、ステップS9では、ステップS8で割り当てが決定したサブキャリア n^* を受信SNRテーブルの割り当て対象から除外するため、サブキャリア3の全ユーザ1～4に対するSNR値を「0」に設定する。この結果を図7に示す。

【0067】

次いで、ステップS10では、今回のサブキャリアの割り当て結果が、ユーザ n^* の要求データ伝送率を満たしているかを判別する。すなわち、図1においてユーザ1～kの送信情報に設定された要求データ伝送率 B_k を満たしているかが判別される。

【0068】

今回のサブキャリア n^* の割り当て結果が、ユーザ k^* の要求データ伝送率を満たしていない場合は、ステップS4に戻って、各サブキャリア1～4の利用可能なユーザ数 $U(n)$ を計算する処理から繰り返す。また、今回のサブキャリア n^* の割り当て結果が、ユーザ k^* の要求データ伝送率を満たしている場合は、ステップS11に進む。

【0069】

そして、ステップS11では、ユーザ k^* を受信SNRテーブル内のサブキャリア割り当て対象から除外する。すなわち、ユーザ k^* は要求データ伝送率を満たすサブキャリアの割り当てが終了したので、他のユーザ k^* に対するサブキャ

リアの割り当てが終了するまで、一時的にサブキャリアの割り当て対象から除外する。

【0070】

次いで、ステップS12では、全ユーザ1～4の要求データ伝送率を満たすサブキャリアの割り当てが終了したかを判別する。終了していない場合は、ステップS4に戻って、各サブキャリアの利用可能ユーザ数 $U(n)$ を計算する処理から繰り返す。また、終了している場合は、ステップS13に進む。

【0071】

ステップS13では、ここまで既に割り当てられたサブキャリアを、受信SNRテーブルから除外し、全ユーザに対する残りのサブキャリアの割り当てを再開する。

【0072】

ここまでの処理によって、全ユーザ1～4の要求データ伝送率を満たすサブキャリアの割り当てが終了したことになる。

【0073】

そして、ステップS3に戻り、全ユーザ1～4に対して、受信SNRに基づく残りのサブキャリアの割り当て処理を繰り返し実行する。

【0074】

この後のサブキャリア割り当て処理では、既に全ユーザのユーザ要求品質を満たすサブキャリアの割り当てが終了しているので、ステップS10及びステップS12の要求データ伝送率の判別処理は実行されず、受信SNR値が高いユーザに優先的にサブキャリアが割り当てられる。

【0075】

次に、上記サブキャリア割り当て処理に基づいて、具体的にユーザ1～4にサブキャリア1～4を割り当てる例を図3～図6を参照して説明する。

【0076】

まず、サブキャリア／変調方式割当処理部108において、各ユーザ1～4の受信装置の回線品質推定部（ユーザk0の場合、205）から伝送される回線品質情報（各ユーザ1～4の全サブキャリア1～4の受信SNR）に基づいて、ユ

ーザ1～4の全サブキャリア1～4に対する受信SNRテーブルを作成し、各ユーザの要求品質（誤り率）により受信SNRの閾値が決定され、受信SNR閾値以下（例えば、各ユーザの閾値が同じ1.5 dBの場合、受信SNR値が1.5 dB以下）の要素に「0」が設定された初期の受信SNRテーブルが図6のものであるとする。

【0077】

図6の受信SNRテーブルにおいて、サブキャリア3は、利用可能ユーザ数 $U(n)$ が最小“ $U(3) = 2$ ”なので、（式1）の条件により、サブキャリア3の割り当てが優先される。この場合、サブキャリア3が割り当て可能なユーザ2, 4の受信SNR値を比較すると、ユーザ4の受信SNR“10.9 dB”が、ユーザ2の受信SNR“4.9 dB”より高いため、サブキャリア3はユーザ4に割り当てられる（（式2）参照）。

【0078】

そして、サブキャリア3の割り当てが済んだので、サブキャリア3の各ユーザの受信SNR値を「0」にする。さらに、ユーザ4の要求品質を満たすかどうかを判別する。簡単に説明するため、各ユーザ1～4が同等の要求品質（例えば、64 Kbps）を設定するものとする。

【0079】

いま、OFDMフレーム長が0.5 msで、1 OFDMフレームが32 OFDMシンボルのデータを含むとすると、QPSK変調方式、 $R = 1/2$ のターボ符号の場合、1ユーザが1サブキャリアを割り当てると、データ伝送率64 Kbpsを達成できる。

【0080】

したがって、ユーザ4が要求された要求品質を満たしているため、他のユーザ1～3が要求品質を満たすまで、サブキャリアの割り当て対象からユーザ4を除外する。その結果として、サブキャリア3の各ユーザ1～4の受信SNR値を「0」に設定する。この後、新たに利用可能ユーザ数 $U(n)$ の算出を行って、更新した受信SNRテーブルを図3に示す。

【0081】

図3の受信SNRテーブルにおいて、サブキャリア1は、利用可能ユーザ数 $U(n)$ が最小“ $U(1) = 2$ ”なので、(式1)の条件により、サブキャリア1の割り当てが優先される。この場合、サブキャリア1が割り当て可能なユーザ1, 3の受信SNR値を比較すると、ユーザ1の受信SNR“5.5 dB”が、ユーザ3の受信SNR“4.7 dB”より高いため、サブキャリア1はユーザ1に割り当てられる(式2)参照)。

【0082】

この場合、同様にユーザ1の要求品質を満たしているため、他のユーザ2, 3が要求品質を満たすまで、サブキャリアの割り当て対象からユーザ1を除外する。その結果として、サブキャリア1の各ユーザ1~4の受信SNR値を「0」に設定する。この後、新たに利用可能ユーザ数 $U(n)$ の算出を行って、更新した受信SNRテーブルを図4に示す。

【0083】

図4の受信SNRテーブルにおいて、サブキャリア2, 4は、利用可能ユーザ数 $U(n)$ が最小“ $U(2) = 2, U(4) = 2$ ”と同一であるが、サブキャリア2のユーザ2の受信SNR値(12.9 dB)が最も高いため、サブキャリア2はユーザ2に割り当てられる(式2)参照)。

【0084】

この後、サブキャリア2の各ユーザ1~4の受信SNR値を「0」に設定すると、残りのサブキャリア3がユーザ3に割り当てられる。以上のユーザ1~4とサブキャリア1~4の割り当て結果を図5に示す(○:使用, ×:未使用)。

【0085】

なお、以上のサブキャリア割り当て処理では、ユーザ1~4の要求品質を同等のものと設定した場合を説明したが、各ユーザ1~4が異なる要求品質を設定した場合も同様に適用可能である。また、各ユーザのSNR閾値を同等のものと設定した場合を説明したが、異なるSNR閾値(誤り率)を設定した場合も同様に適用可能である。

【0086】

また、サブキャリア/変調方式割当部108では、利用可能ユーザ数 $U(n)$

が最小のサブキャリア n^* の中で受信 SNR 値が、ユーザの要求品質（誤り率）により決定された受信 SNR 閾値以上のユーザ k^* に優先的にサブキャリアが割り当てられる。

【0087】

ここまでの説明では、伝搬路符号化された固定変調（例えば QPSK）について述べていたが、本発明は符号化多値変調（MCS）、例えば符号化率 $1/2$ の Turbo 符号を使用して、64QAM、16QAM、QPSK、BPSK にも同様に適用可能である。

【0088】

この場合、ユーザの要求品質（誤り率）を満足することができる最も高いビットレートの符号化変調方式（MCS）をサブキャリアとともに割り当てることが可能である。

【0089】

例えば、64QAM を割り当てる受信 SNR 閾値を 10.5 dB に設定した場合、図 2 のサブキャリア割当処理を実行することにより、64QAM で送信可能なサブキャリアを各ユーザに割り当てる。このとき割り当てられた複数のサブキャリアは、受信 SNR テーブルから除外され、以後のサブキャリア割当処理において割り当て対象から除外される。

【0090】

以後、同様に、16QAM を割り当てる受信 SNR 閾値を 6.0 dB 、QPSK を割り当てる受信 SNR 閾値を 1.5 dB 、BPSK を割り当てる受信 SNR 閾値を -2.0 dB と設定してサブキャリア割当処理を繰り返し実行することにより、それぞれユーザの要求品質（誤り率）を満足するようにサブキャリアと変調方式を割り当てることができる。

【0091】

このように、本実施の形態の送信装置 100 によれば、利用可能ユーザ数が少ないサブキャリアを回線品質が良いユーザに優先的に割り当てるため、OFDM システム全体のスループットを向上させることができる。

【0092】

また、ユーザの要求データ伝送率を満たすようにサブキャリアを割り当てるとともに、サブキャリアを割り当て済みのユーザは、サブキャリアの割り当て対象から除外するため、公平にすべてのユーザにサブキャリアを割り当てることができる。

【0093】

さらに、符号化多値変調方式に対応する受信SNR閾値を設定することにより、ユーザの要求品質（誤り率）を満足することができる最も高いビットレートの変調方式をサブキャリアとともに割り当てることができ、OFDMシステム全体のスループットを向上させることができる。

【0094】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、マルチキャリア無線通信システム全体のスループットを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施の形態に係る送信装置と受信装置の構成を示すブロック図

【図2】

本実施の形態に係る送信装置内のサブキャリア／変調方式割当処理部の動作を説明するためのフローチャート

【図3】

本実施の形態に係る受信SNRテーブルのサブキャリア割当状況を示す図

【図4】

本実施の形態に係る受信SNRテーブルのサブキャリア割当状況を示す図

【図5】

本実施の形態に係る受信SNRテーブルのサブキャリア割当結果を示す図

【図6】

従来の受信SNRテーブルのサブキャリア割当状況を示す図

【図7】

従来の受信SNRテーブルのサブキャリア割当状況を示す図

【図 8】

従来の受信 S N R テーブルのサブキャリア割当状況を示す図

【図 9】

従来の受信 S N R テーブルのサブキャリア割当結果を示す図

【図 10】

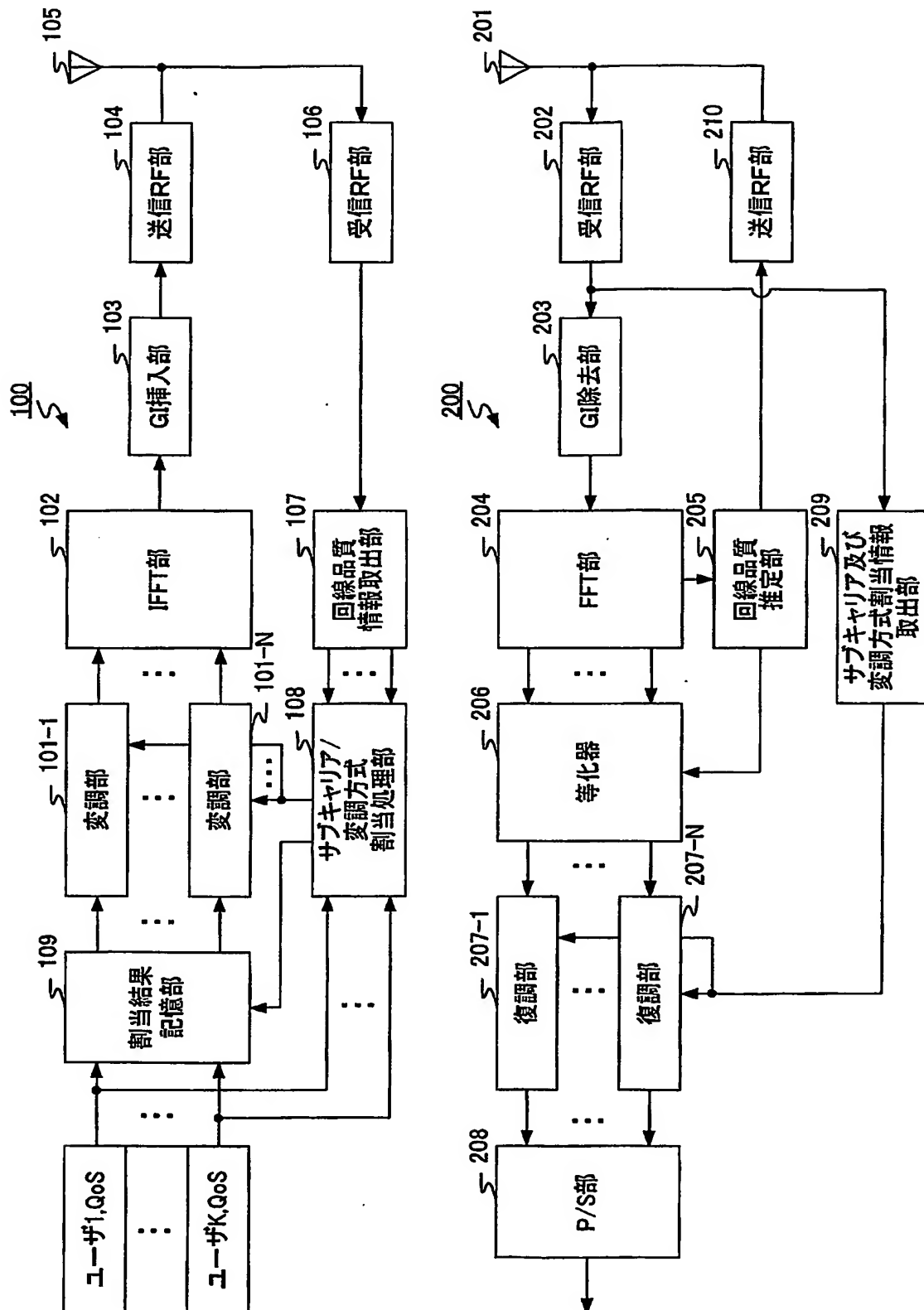
従来のサブキャリア割当動作を説明するためのフローチャート

【符号の説明】

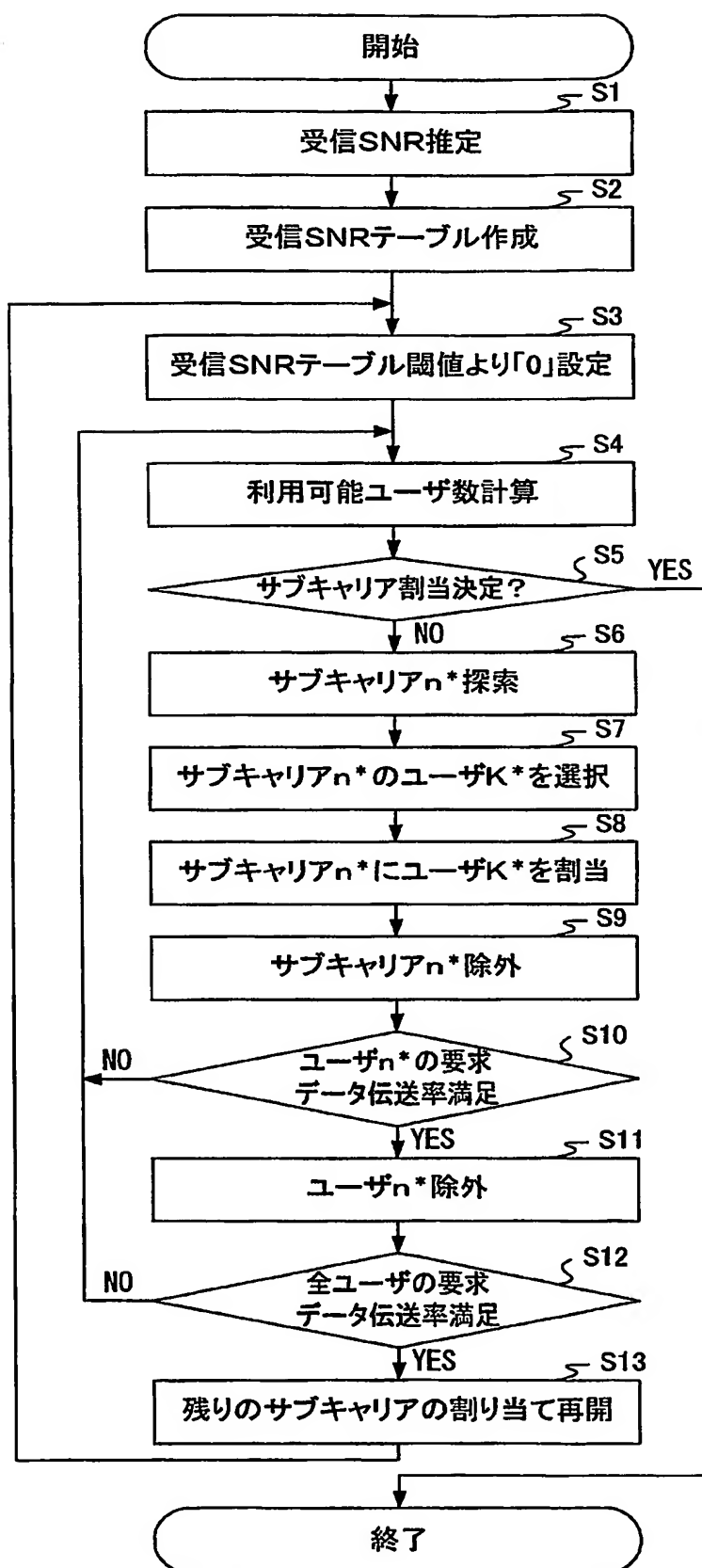
- 100 送信装置
- 101-1～101-N 符号変調部
- 102 IFFT部
- 103 GI挿入部
- 104、210 送信RF部
- 105、201 送受信共用アンテナ
- 106、202 受信RF部
- 107 回線品質情報取出部
- 108 サブキャリア／変調方式割当部
- 109 割当結果記憶部
- 200 受信装置
- 203 GI除去部
- 204 FFT部
- 205 回線品質推定部
- 206 等化器
- 207-1～207-N 復調部
- 208 P／S部
- 209 サブキャリア及び変調方式割当情報取出部

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【図 3】

受信SNR (dB)	サブキャリア $n=1$	サブキャリア $n=2$	サブキャリア $n=3$	サブキャリア $n=4$
ユーザ1($K=1$)	5.5	4.9	0	5.6
ユーザ2($K=2$)	0	12.9	0	5.7
ユーザ3($K=3$)	4.7	4.6	0	4.3
ユーザ4($K=4$)	0	0	0	0
$U(n)$	2	3	0	3

【図 4】

受信SNR (dB)	サブキャリア $n=1$	サブキャリア $n=2$	サブキャリア $n=3$	サブキャリア $n=4$
ユーザ1($k=1$)	0	0	0	0
ユーザ2($k=2$)	0	12.9	0	5.7
ユーザ3($k=3$)	0	4.6	0	4.3
ユーザ4($k=4$)	0	0	0	0
$U(n)$	0	2	0	2

【図 5】

	サブキャリア $n=1$	サブキャリア $n=2$	サブキャリア $n=3$	サブキャリア $n=4$
ユーザ1($k=1$)	○	×	×	×
ユーザ2($k=2$)	×	○	×	×
ユーザ3($k=3$)	×	×	×	○
ユーザ4($k=4$)	×	×	○	×

【図 6】

受信SNR (dB)	サブキャリア $n=1$	サブキャリア $n=2$	サブキャリア $n=3$	サブキャリア $n=4$	S(K)
ユーザ1(K=1)	5.5	4.9	0	5.6	3
ユーザ2(K=2)	0	12.9	4.9	5.7	3
ユーザ3(K=3)	4.7	4.6	0	4.3	3
ユーザ4(K=4)	6.7	6.0	10.9	3.3	4
U(n)	3	4	2	4	

【図 7】

受信SNR (dB)	サブキャリア $n=1$	サブキャリア $n=2$	サブキャリア $n=3$	サブキャリア $n=4$	S(K)
ユーザ1(K=1)	5.5	4.9	0	5.6	3
ユーザ2(K=2)	0	12.9	0	5.7	2
ユーザ3(K=3)	4.7	4.6	0	4.3	3
ユーザ4(K=4)	6.7	6.0	0	3.3	3
U(n)	3	4	0	4	

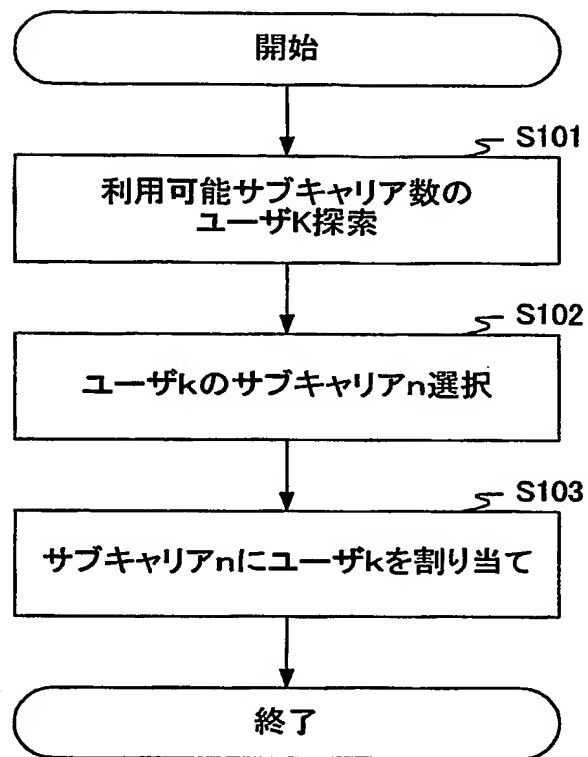
【図 8】

受信SNR (dB)	サブキャリア n=1	サブキャリア n=2	サブキャリア n=3	サブキャリア n=4	S(K)
ユーザ1(K=1)	5.5	0	0	5.6	2
ユーザ2(K=2)	0	0	0	5.7	1
ユーザ3(K=3)	4.7	0	0	4.3	2
ユーザ4(K=4)	6.7	0	0	3.3	2
U(n)	3	0	0	4	

【図 9】

	サブキャリア $n=1$	サブキャリア $n=2$	サブキャリア $n=3$	サブキャリア $n=4$
ユーザ1($k=1$)	○	×	×	×
ユーザ2($k=2$)	×	○	○	○
ユーザ3($k=3$)	×	×	×	×
ユーザ4($k=4$)	×	×	×	×

【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 マルチキャリア通信システム全体のスループットを向上させること。

【解決手段】 サブキャリア／変調方式割当処理部 1 0 8 は、回線品質情報取出部 1 0 7 からフィードバックされたユーザ 1 ～Kの回線品質情報に基づいて、ユーザ 1 ～Kの全サブキャリア 1 ～Nに対する受信 S N R テーブルを作成し、受信 S N R 閾値以下の要素を「0」とし、受信 S N R テーブルのユーザ 1 ～Kの全サブキャリア 1 ～Nに対する受信 S N R 値に基づいて、各サブキャリアの利用可能ユーザ数 $U(n)$ を計算し、利用可能なユーザ数 $U(n)$ が最小のサブキャリア n^* を探索し、利用可能なユーザ数 $U(n)$ が最小のサブキャリア n^* を受信 S N R 値が最大のユーザ k^* に割り当てる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 2 3 8 1 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社